

KUAT LENTUR BALOK BETON TULANGAN BAMBU PETUNG VERTIKAL DENGAN TAKIKAN SEJAJAR TIPE U LEBAR 10 DAN 20 MM PADA TIAP JARAK 15 MM

I Sapto Agung Nugroho Pamungkas¹⁾, Agus Setiya Budi²⁾, Endang Rismunarsi³⁾

¹⁾Mahasiswa Program S1 Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret

^{2) 3)}Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

Jalan Ir.Sutami No.36A Surakarta 57126.Telp.0271647069. Email :imanuelagung@gmail.com

Abstract

Bamboo is an organic material that can be used as an alternative for simple structure of reinforced concrete. The purpose of this study is to determine the flexural strength of bamboo petung reinforce concrete beam. The bamboo reinforced concrete has parallel u-shaped notch with the width of 10 mm and 20 mm at an interval of 150 mm. in order to determine the feasibility of the material, the researcher carried out preliminary test, namely aggregate test and bamboo characterizations test. This study used SK SNI 03-2834 - 2000 as the basis for mixed concrete design. The beam specimens has length of 1700 mm, width of 110 mm and height of 150 mm. Four-point bending tests have been performed to measure the flexural strength. The results show that beam reinforced by bamboo with 20 mm U-shaped notch has slightly higher flexural strength. The flexural strength for the 10 mm notch is 11.2654 N / mm² and 14.6303 N / mm² for the notch 20 mm.

Keywords: flexural strength, bamboo reinforcement, bamboo reinforced concrete, bamboo reinforcement concrete beam

Abstrak

Bambu merupakan bahan organik yang bisa digunakan untuk menjadi alternatif pengganti tulangan pada struktur sederhana beton bertulang. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai kuat lentur pada balok beton tulangan bambu petung dengan takikan sejajar tipe U dengan lebar takikan 10 mm dan 20 mm pada tiap jarak 150 mm. Pengujian agregat halus, agregat kasar dan pengujian karakteristik bambu digunakan sebagai uji pendahuluan untuk mengetahui kelayakan material. Perencanaan rancang campur beton menggunakan metode SK SNI 03 – 2834 – 2000. Dimensi bambu yang digunakan adalah panjang 1650 mm, lebar 20 mm dan tebal 5 mm. Benda uji berbentuk balok dengan dimensi panjang 1700 mm, lebar 110 mm dan tinggi 150 mm. Nilai kuat lentur analisis hasil pengujian laboratorium adalah 11,2654 N/mm² untuk takikan 1 mm dan 14,6303N/mm² untuk takikan 20 mm.

Kata Kunci :kuat lentur, tulangan bambu, beton tulangan bambu, balok beton tulangan bambu

PENDAHULUAN

Laju pertumbuhan penduduk berbanding lurus dengan peningkatan kebutuhan tempat tinggal. Pembuatan tempat tinggal berupa rumah beton sederhana akan mengakibatkan kebutuhan penggunaan beton bertulang semakin meningkat sehingga bahan baku tulangan baja yaitu bijih besi ketersediaannya di alam semakin menipis dan tidak dapat diperbaharui membuat harga baja akan terus meningkat. Para ahli struktur telah meneliti kemungkinan material lain yang dapat menggantikan peran tulangan baja yang lebih ekonomis, seperti yang dilakukan oleh Morisco (1996) yaitu dengan menggunakan bambu sebagai tulangan beton. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui kuat lentur balok beton tulangan bambu petung posisi tulangan vertikal dengan takikan sejajar tipe U lebar 10 dan 20 mm pada tiap jarak 150 mm pada balok sebagai komponen struktur sederhana.

Beton

Beton didefinisikan sebagai campuran antara semen portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan bahan tambahan yang membentuk massa padat. (SK SNI T-15-1991-03)

Bambu

Bambu merupakan salah satu bahan bangunan yang tertua yang digunakan manusia yang tinggal di kawasan tropik. Bambu juga merupakan bahan bangunan yang sangat terkenal di Indonesia khususnya bagi masyarakat pedesaan. Hal ini disebabkan karena bambu mudah diperoleh, harganya relatif murah dan secara teknis relatif mudah dikerjakan. Selain itu bambu juga mempunyai sifat kuat tarik yang cukup besar dan cukup elastis sehingga cocok untuk digunakan sebagai tulangan alternatif untuk daerah pedalaman bila tulangan baja tidak tersedia atau harganya sangat mahal- (Abdurahman *et al*,1994 dalam Widjaya *et al*, 1994).

Kuat Lentur Balok

Kuat lentur beton adalah kemampuan balok beton yang diletakan pada dua perletakan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji, yang diberikan padanya, sampai benda uji patah. Kuat lentur ini dinyatakan sebagai gaya tiap satuan luas dengan satuan Mega Pascal (MPa) (SNI 03-4431-1997).



Gambar 1. Perletakan dan Pembebanan Balok Uji

Rumus-rumus perhitungan yang digunakan dalam metode pengujian kuat lentur beton dengan 2 titik pembebanan adalah sebagai berikut:

1. Untuk pengujian dimana patahnya benda uji ada di daerah pusat pada 1/3 jarak titik perletakan pada bagian tarik dari beton seperti Gambar 2.2 (a), maka kuat lentur beton dihitung menurut persamaan:

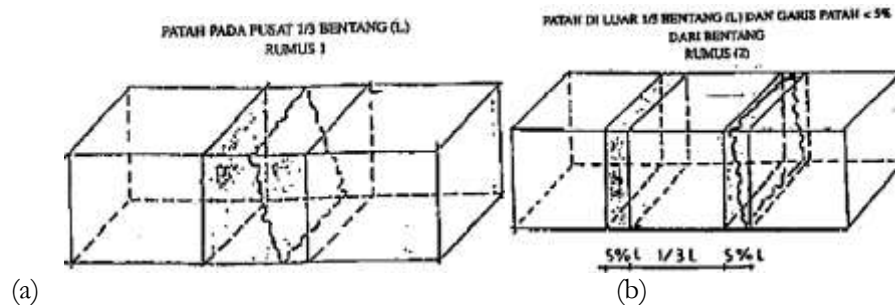
$$\sigma_1 = \frac{3P.L}{2b.h^2} \dots\dots\dots (1.1)$$

2. Untuk Pengujian dimana patahnya benda uji ada di luar pusat (diluar daerah 1/3 jarak titik perletakan) di bagian tarik beton, dan jarak antara titik pusat dan titik patah kurang dari 5% dari panjang titik perletakan seperti Gambar 2.2 (b), maka kuat lentur beton dihitung menurut persamaan:

$$\sigma_1 = \frac{3.P.a}{2b.h^2} \dots\dots\dots (1.2)$$

- Dengan: σ_1 = Kuat lentur benda uji (MPa)
 P = Beban tertinggi yang bekerja pada balok sebelum runtuh(pembacaan dalam ton sampai 3 angka dibelakang koma)
 L = Jarak (bentang) antara dua garis perletakan (mm)
 b = Lebar tampang lintang patah arah horizontal (mm)
 h = Lebar tampang lintang patah arah vertikal (mm)
 a = Jarak rata-rata antara tampang lintang patah dan tumpuan luar yang terdekat, diukur pada 4 tempat pada sisi titik dari bentang (m).

3. Untuk benda uji yang patahnya di luar 1/3 lebar pusat pada bagian tarik beton dan jarak antara titik pembebanan dan titik patah lebih dari 5% bentang, hasil pengujian tidak dipergunakan.

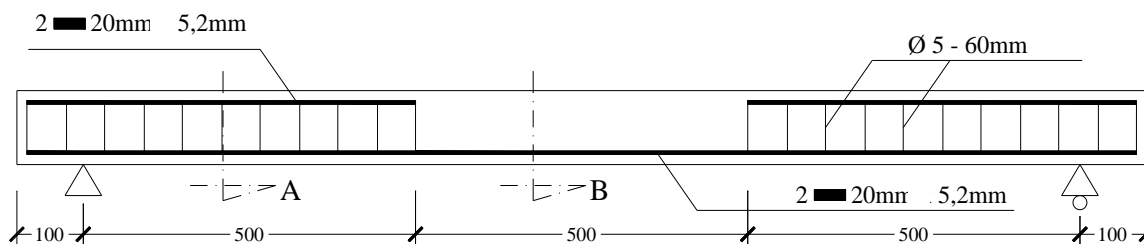


Gambar 2. Daerah Patah Pada Balok Uji
(Sumber: SNI 03-4431-1997)

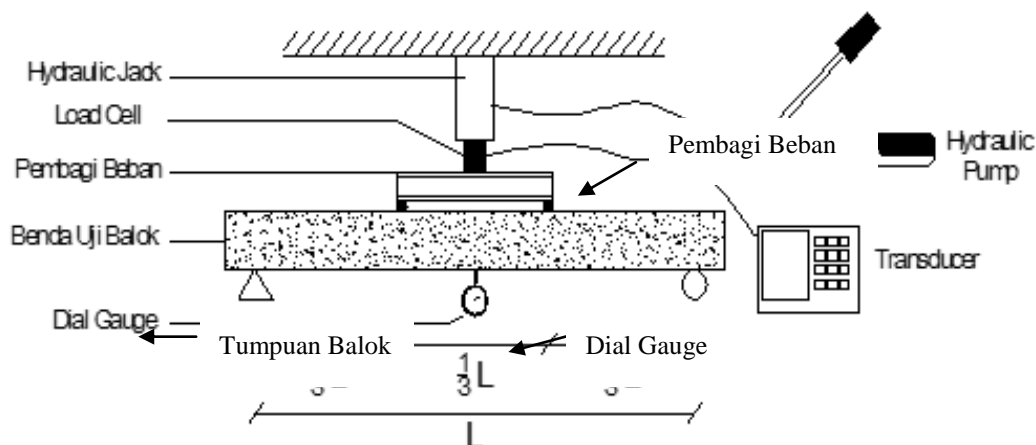
Pada penelitian yang dilakukan Pathurahman (2003), menunjukkan bahwa keruntuhan yang terjadi pada benda uji balok beton ukuran 150x200x2000 mm diawali dengan retaknya beton. Retak yang selalu terjadi pada awal proses keruntuhan adalah retak lentur ditandai dengan pola retak yang tegak lurus. Secara umum retak tersebut terjadi pada saat beban mencapai di atas 90% dari beban teoritis atau sekitar 78% dari beban runtuh. Retak awal biasanya terjadi pada daerah pembebanan di sekitar tumpuan rol, kemudian retak terjadi di daerah tengah bentang selanjutnya di daerah sekitar sendi, atau sebaliknya.

METODE

Penelitian ini menggunakan eksperimen dua tahap. Tahap awal berupa pengujian material bahan pembentuk beton dan penjuian karakteristik bambu untuk tulangan balok. Tahap berikutnya adalah pengujian kuat lentur balok bertulang bamboo.. Benda uji kuat lentur memiliki dimensi $P = 1700$ mm, $L = 110$ mm, $T = 150$ mm dengan tulangan bervariasi takikan sejajar tipe U dan lebar takikan 10 mm dan 20 mm. Masing-masing variasi berjumlah 6 buah balok beton yang diuji pada umur 28 hari dengan detail tulangan balok beton seperti gambar 3. Uji kuat lentur dilakukan dengan *setting-up* seperti gambar 4.



Gambar 3.Detail tulangan balok



Gambar 4.Setting up alat pengujian

Tahap Penelitian

Penelitian dilaksanakan dengan empat tahap yaitu :

a. Tahap Persiapan dan Pengujian Bahan

Pada tahap persiapan dilakukan penyiapan material pembentuk beton dan survei-umur bambu. Agregat kasar disiapkan setelah melewati pengujian gradasi, abrasi dan *specific gravity*. Agregat halus disiapkan setelah lolos pengujian gradasi, kadar lumpur, kadar zat organik dan *specific gravity*. Sementara itu bambu Petung yang terpilih memiliki spesifikasi antara lain: berusia 2,5 tahun dan dipotong sepanjang 4 meter dari titik bawah 1,5 m diatas permukaan tanah. Untuk mengetahui karakteristik lebih mendalam, material bambu ini juga diuji kadar air, kerapatan, kuat tarik sejajar serat, kuat tekan sejajar serat, kuat geser sejajar serat, MOR (*Modulus of Elasticity*) dan MOE (*Modulus of Rapture*). Kemudian sebagian bambu dibilah bilah menjadi batang tulangan berukuran panjang 1650 mm lebar 20 mm tebal 5 mm dan bagian yang digunakan adalah bagian kulit bambunya. Bambu yang telah dipilah kemudian direndam dalam larutan borak dan asam borik dengan perbandingan 3:2 konsentrasi 10 % selama 5 hari. Setelah perendaman tulangan bambu lalu dikeringkan dengan diangin-anginkan selama 7 hari. Bilahan bambu yang telah direndam dan dikeringkan lalu diberi takikan yang berjarak 150 mm sejajar dengan variasi lebar takikan 10 mm dan 20 mm. Bambu yang telah ditakik kemudian dirangkai menjadi satu dengan tulangan sengkang baja sebagai tulangan pada balok. Rangkaian tulangan ini kemudian diletakan pada bekisting - dengan panjang 1700 mm lebar 110 mm dan tinggi 150 mm.

b. Hitungan Rancang Campur (*Mix Design*) dan Pembuatan Benda Uji

SK SNI 03 – 2834 – 2000 digunakan sebagai dasar perencanaan rancang campur beton benda uji dengan target kekuatan f_c minimum yaitu 17,5 Mpa. Nilai *slump* beton segar diharapkan berada pada rentang 60 – 180 mm. Hasil hitungan kebutuhan bahan dapat dilihat pada Tabel 2 berikut :

Tabel 2. Hasil perhitungan berat material untuk setiap 1 m³

Berat (kg)			
Air	Semen	Pasir	Kerikil
195	375	643,8	1096,2

Kegiatan pembuatan benda uji diawali dengan menyiapkan dan menimbang bahan campuran adukan beton. Kemudian pasir dan kerikil dimasukkan kedalam mesin pencampur dengan tambahan 50% air dari total kebutuhan satu adukan. Selanjutnya semen dicampurkan kedalam adukan dengan diikuti 50% air tersisa secara bertahap. Setelah campuran - homogen, dilakukan uji *slump* dan beton segar dituangkan kedalam bekisting yang sudah terdapat tulangan bambu petung kemudian dipadatkan.

c. Perawatan dan pengujian benda uji

Setelah dikeluarkan dari bekisting, perawatan balok beton dilakukan dengan cara membungkus benda uji menggunakan karung goni yang telah dibasahi selama 28 hari. Benda uji kemudian disiapkan dengan cat warna putih dan, diberi tanda koordinat. Warna putih dipilih untuk memberikna kontras terhadap retakan beton yang terbentuk selama proses pembebanan. Sementara itu grid-grid koordinat membantu penentuan lokasi inisiasi dan perambatan retakan. Benda uji kemudian diletakkan pada rangka pembebanan (*loading frame*) dan uji pembebanan dilakukan berdasarakan setup gambar 4.

d. Pembahasan dan analisis data hasil pengujian.

Analisis data hasil pengujian dilakukan untuk mendapatkan kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian *slump* beton segar diperoleh nilai rerata 120 mm yang memenuhi standar untuk penelitian ini. Selanjutnya hasil pengujian berat jenis beton memperoleh rerata sebesar 2310 kg/m³. Sementara itu uji kuat tekan beton mendapatkan hasil rerata 23,87 N/mm². Artinya beton yang digunakan sebagai benda uji pada penelitian ini memenuhi syarat kuat tekan beton minimum sebesar 17 N/mm², sehingga beton dapat digunakan pada rumah

tinggal sederhana. Lebih jauh, uji kuat tarik bambu nodia memperoleh rerata hasil yaitu f_y sebesar 93.4723N/mm^2 dan f_t sebesar $196,49\text{ N/mm}^2$.

Hasil Pengujian Kuat Lentur

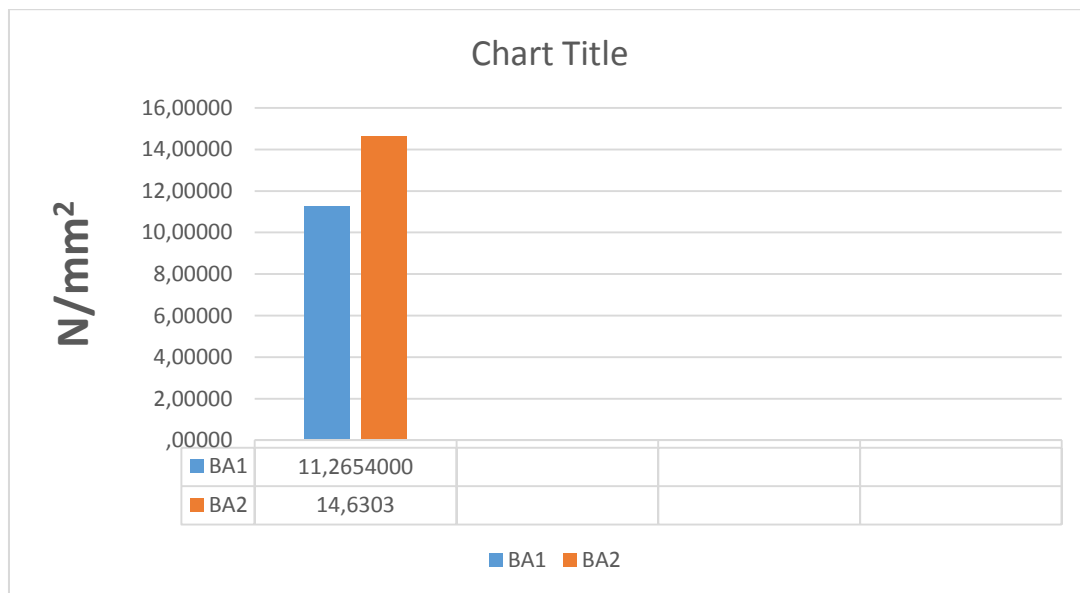
Pengujian kuat lentur dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta dengan menggunakan *Loading Frame*. Pengujian dilakukan dengan meletakkan benda uji berbentuk balok diatas tumpuan, kemudian membebaninya dengan sistem pembebanan 4 titik (*Four Point Loading*) yang diletakkan pada sepertiga bentang tengah. Data lendutan didapat dengan mencatat posisi jarum pada *dial gauge* berskala 0,01 mm yang diletakkan di tengah bentang pada setiap penambahan beban sebesar 0,5 kN yang diberikan.

Tabel 3. Rangkuman Posisi Patah, P maksimum dan Hasil Hitungan Kuat Lentur Balok Beton Metode Dua Titik Pembebanan

No	Kode Benda Uji	Posisi Patah	P Maks kN	Kuat Lentur Balok	
				Hasil N/mm ²	Rerata N/mm ²
1	BA1-1	1/3 bentang tengah	13,5	13.9090	
2	BA1-2	1/3 bentang tengah	11	11.3333	
3	BA1-3	5% luar bentang tengah	13	3.7818	
4	BA1-4	Luar bentang tengah	10	0	11,2654
5	BA1-5	1/3 bentang tengah	14	14.4242	
6	BA1-6	1/3 bentang tengah	13	12.8787	
7	BA2-1	1/3 bentang tengah	11,5	11.8484	
8	BA2-2	1/3 bentang tengah	14,5	14.9393	
9	BA2-3	1/3 bentang tengah	14	14.4242	
10	BA2-4	1/3 bentang tengah	16	16.4848	14,6303
11	BA2-5	1/3 bentang tengah	15	15.4545	
12	BA2-6	Luar bentang tengah	12,5	0	

Keterangan :BA1-1-6= Balok Bertulangan Bambu Petung Takikan Jarak 150 mm Lebar 10 mm

BA2-1-6 = Balok Bertulangan Bambu Petung Takikan Jarak 150 mm Lebar 20 mm



Gambar 5. Grafik Perbandingan Rerata Kuat Lentur Metode Dua Titik Pembebanan

Berdasarkan analisis perhitungan hasil uji laboratorium didapatkan nilai rerata P maksimum yang terjadi pada balok bertulangan bambu petung takikan sejajar tipe U dengan lebar takikan 10 mm sebesar 12,33 kN dan untuk balok bertulangan bambu petung takikan sejajar tipe U dengan lebar takikan 20 mm sebesar 13,92 kN. Kuat lentur rerata untuk balok bertulangan bambu petung takikan sejajar tipe U dengan lebar takikan 10 mm sebesar 11,265N/mm² dan kuat lentur rerata untuk balok bertulangan bambu petung takikan sejajar tipe U dengan lebar takikan 20 mm sebesar 14,63N/mm². Kuat lentur balok beton bertulangan bambu petung takikan sejajar tipe U dengan lebar takikan 10 mm 77 % dari Kuat lentur balok beton bertulangan bambu petung takikan sejajar tipe U dengan lebar takikan 20 mm.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian, pengolahan data dan pembahasan yang telah dilakukan dalam penelitian ini, maka dapat didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

- P maksimum yang terjadi pada balok bertulangan bambu petung posisi tulangan vertikal takikan sejajar tipe U dengan lebar takikan 10 mm sebesar 12,33 kN dan untuk balok bertulangan bambu petung vertikal takikan sejajar tipe U dengan lebar takikan 20 mm sebesar 13,92 kN.
- Kuat lentur rerata untuk balok bertulangan bambu petung posisi tulangan vertikal takikan sejajar tipe U dengan lebar takikan 10 mm sebesar 11,265N/mm² dan kuat lentur rerata untuk balok bertulangan bambu petung vertikal takikan sejajar tipe U dengan lebar takikan 20 mm sebesar 14,63N/mm².
- Kuat lentur balok beton bertulangan bambu petung posisi tulangan vertikal takikan sejajar tipe U dengan lebar takikan 10 mm 77 % dari Kuat lentur balok beton bertulangan bambu petung vertikal takikan sejajar tipe U dengan lebar takikan 20 mm.

REFERENSI

- Anonim, 1997. *Metode Pengujian Kuat Lentur Normal Dengan Dua Titik Pembebanan (SNI 03-4431-1997)*. Jakarta
- Anonim, 1997. *Semen Portland (SNI 15-2049-2004)*. Jakarta.
- Anonim, *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal (SNI 03-2834-2000)*. Jakarta.
- Anonim, 2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002) Dilengkapi Penjelasan (S-2002)*. Surabaya.
- Arifin. (2007), "Treatment Material", (2007), Brosur Produk Bio Chemical Indonesia, Yogyakarta
- Frick, H. (2004). "Ilmu Konstruksi Bangunan Bambu, Pengantar Konstruksi Bambu", Kanisius, Yogyakarta.
- Ghavami K. (2004). "Bamboo as reinforcement in structural concrete elements" Department of Civil Engineering, Pontificia Universidade Catolica, PUC-Rio, Rua Marques de São Vicente 225, 22453-900 Rio de Janeiro, Brazil.

- Janssen, J. (1987). "The Mechanical Properties of Bamboo" : 250-256. In Rao, A.N., Dhanarajan, and Sastry, C.B., Recent Research on Bamboos, The Chinese Academy of Forest, People's Republic of China, and IDRC, Canada.
- Morisco. (1996). "Bambu Sebagai Bahan Rekayasa". Pidato Pengukuhan Jabatan Lektor Kepala Madya dalam Bidang Teknik Konstruksi, Fakultas Teknik, UGM, Yogyakarta.
- Morisco. (1999). "Rekayasa Bambu". Nafiri Offset, Yogyakarta.
- Surjokusumo, S. dan Nugroho, N. (1993). "Studi Penggunaan bambu Sebagai Bahan Tulangan Beton", Laporan Penelitian, Fakultas Kehutanan IPB, Bogor.
- Susilaning, L. dan Suheryanto D. (2012). "Pengaruh Waktu Perendaman Bambu dan Penggunaan Borak-Borik Terhadap Tingkat Keawetan Bambu", Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) Periode III, Yogyakarta.